

Toplotne črpalke na zemeljski plin

dr. Janko Remec

vsebina (tehnika)

- električno gnane kompresorske TČ
- plinsko (zemeljski plin) gnane kompresorske TČ
- **a**bsorpcijske TČ na zemeljski plin
- **a**dsorpcijske TČ na zemeljski plin

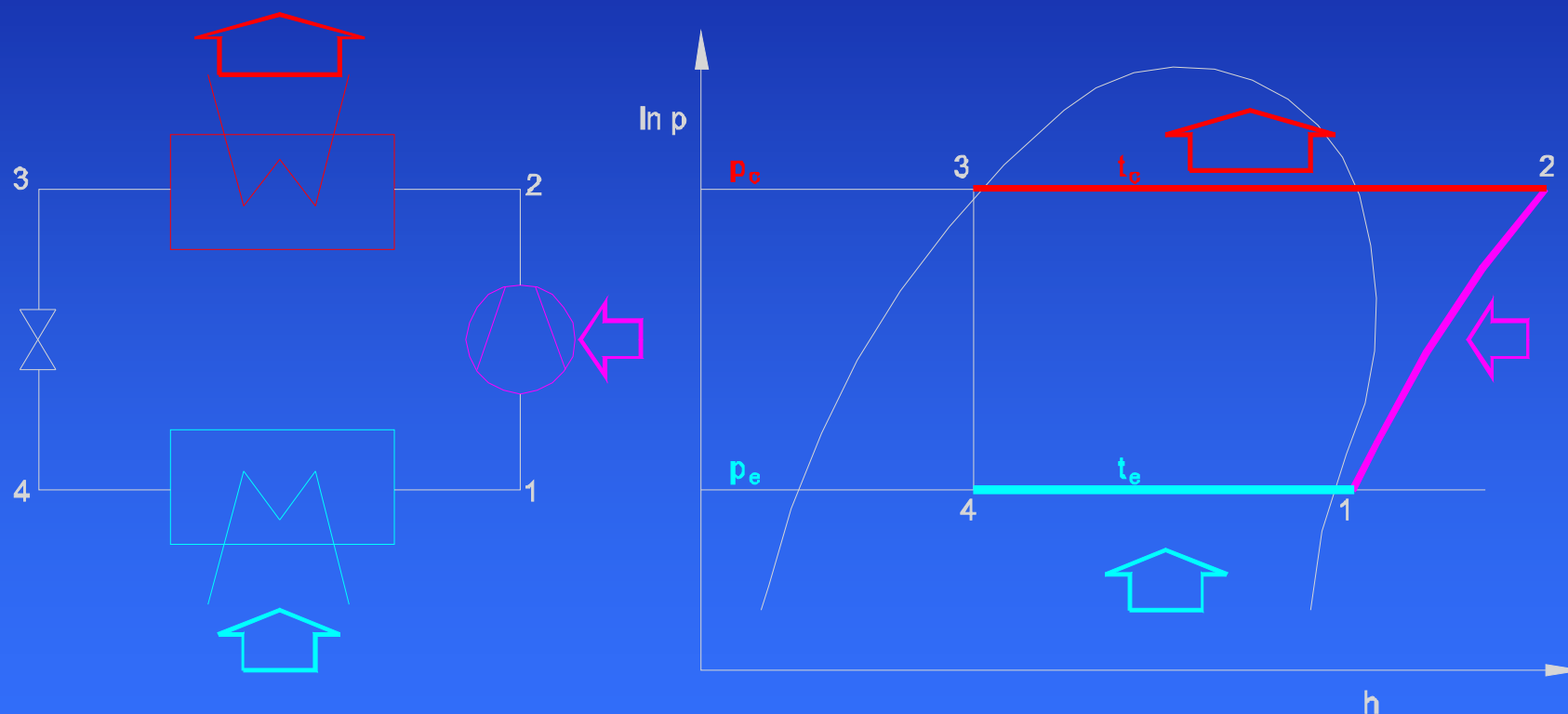
toplotne črpalke

- namen
 - ogrevanje
 - hlajenje (opcija)
- razlike TČ
 - Vir (voda, zemlja, zrak, sonce, toplota industrijskih procesov)
 - učinkovitost
 - investicija
- prednosti
 - udobnost in enostavnost uporabe
 - nizki stroški
 - dobra regulacija

toplotne črpalke (električno gnane)

- **ekonomija** (investicija : (vzdrževalni + obratovalni) stroški)
- **tehnika**
 - zelo občutljive na razliko temperatur vira in porabe
 - še posebej AW (zmanjševanje moči z nižanjem temperature)
- **vplivi na okolje** - samo emisije
 - kako je pridobljena električna energija?
 - hladivo (GWP)
 - TEWI

toplotne črpalke (električno gnane) tehnika



toplotne črpalke (električno gnane) obratovanje

- učinkovite predvsem
 - pri nižjih temperaturah odjema (npr. dobra izolacija)
 - čimvišja temperatura vira (Primorska, odpadna toplota)
- razvoj
 - pogon (elektromotor)
 - regulacija naprave
 - regulacija sistema (vir - naprava - porabnik)

toplotne črpalke (električno gnane) obratovanje

- **COP** - na podlagi testa skladno s standardom ali smernico
 - ne upošteva realnih razmer
 - spreminjajoče se obremenitve
 - + odtaljevanje
 - spreminjajoče se temperature
 - 2/35 (AW) - **NI ENOTNO**, 0/35 (SW), 10/35 (WW)
- **SPF, SCOP**
 - sezonsko
 - morebitna sočasna priprava tople sanitarne vode

toplotne črpalke (električno gnane) obratovanje

- primerne za (učinkovite) zgradbe
dobra izolacija → nizka temperatura ogrevanja
- čimvišja temperatura vira AW Primorska
 - sicer so lahko predvsem ekološko neprimerne
(neprimerni pogoji, napračna regulacija)
- moči
 - za gospodinjstva serijsko (do ~40kW grelne moči)
 - za komercialno in industrijsko manjše serije,
po naročilu - ni omejitev

SLO - emisije CO₂ (PURES) / TGP

- emisije CO₂ posredno predstavljajo rabo fosilnih goriv
- električna energija 0,53 kg CO₂/kWh,
- zemeljski plin 0,20 kg CO₂/kWh
- toplotne črpalke (električno gnane)
- SPF=3 → 0,17 kg CO₂/kWh_{th}
- SPF=4 → 0,13 kg CO₂/kWh_{th}
- SPF=5 → 0,11 kg CO₂/kWh_{th}

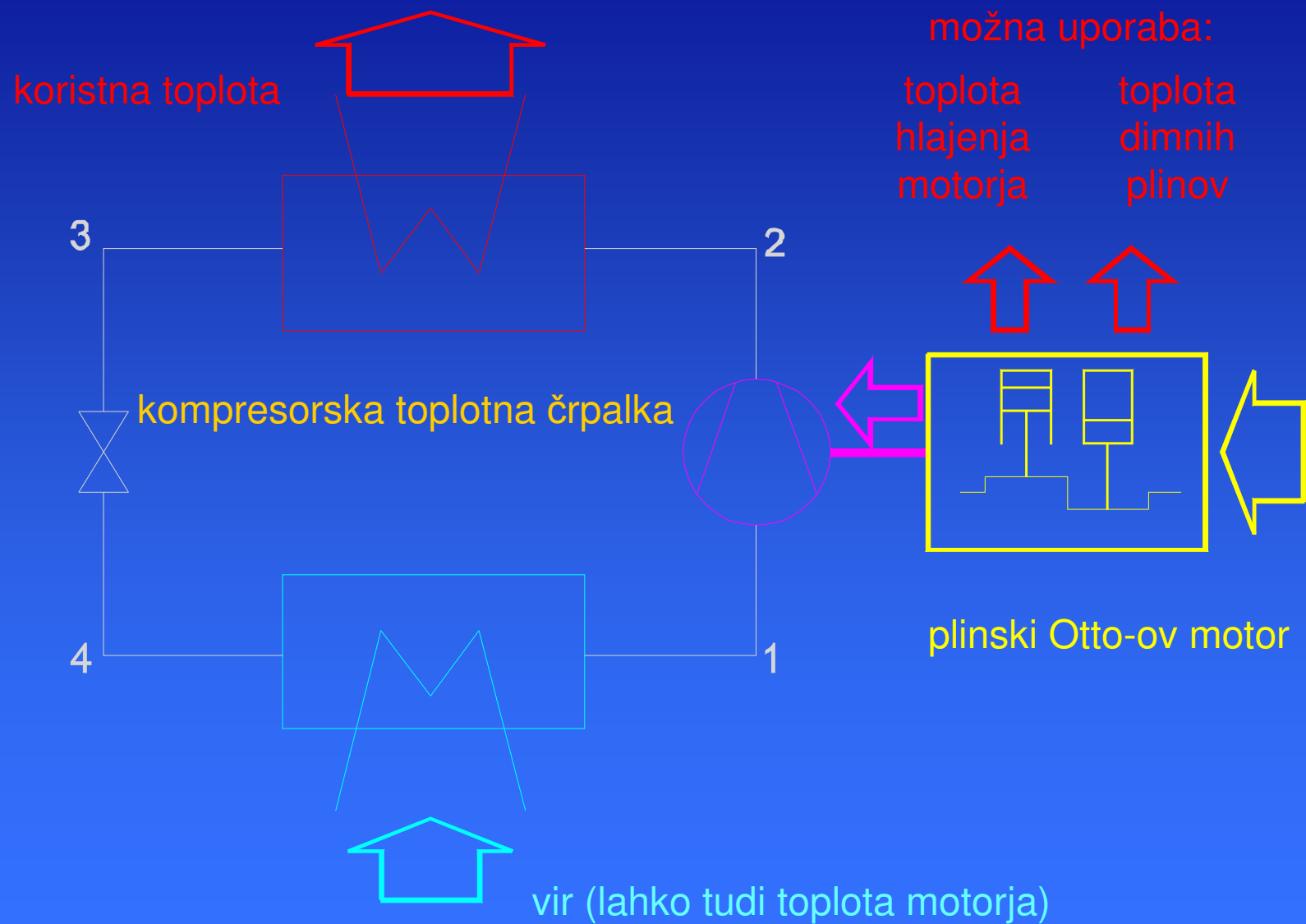
toplotne črpalke na zemeljski plin

- zemeljski plin je primarni energent
- več možnosti:
 - 1.plinski motor → toplotna črpalka (klasična) + toplota (!)
 - 2.absorpcijske toplotne črpalke
 - 3.adsorpcijske toplotne črpalke
- namen ostaja enak

toplotna črpalka - plinski motor

- kompresor neposredno poganja plinski motor (hrup, če ni v ustrznem ohišju)
- klasičen proces v toplotni črpalki
- dodatna toplota (dimni plini in hladina voda)
- trg (Japonska)
- proizvajalci (Japonska: Panasonic (Sanyo), Aisin, Yanmar, MHI)

toplotna črpalka - plinski motor



toplotna črpalka - plinski motor - prednosti

- majhna poraba električne energije <10%
- manj občutljiv na temperaturo vira
 - predvsem zrak
- dodatni vir toplote na visoki temperaturi
- z motorjem se prilagaja potrebam
 - manj on/off ciklov - podobno kot inverterski kompresorji

toplotna črpalka - plinski motor - pomanjkljivosti

- **investicija**
- **hrup** (batni motor)
- **postavitev** (v kombinaciji s hrupom)
- **strokovni serviseji**
- **izkušnje pri obratovanju in vzdrževanju**

toplotne črpalke - sorpcijske

- pogonska energija = toplota (lahko zemeljski plin)
- razliko tlakov dosežemo brez mehanske energije
- trije (štirje) temperaturni nivoji



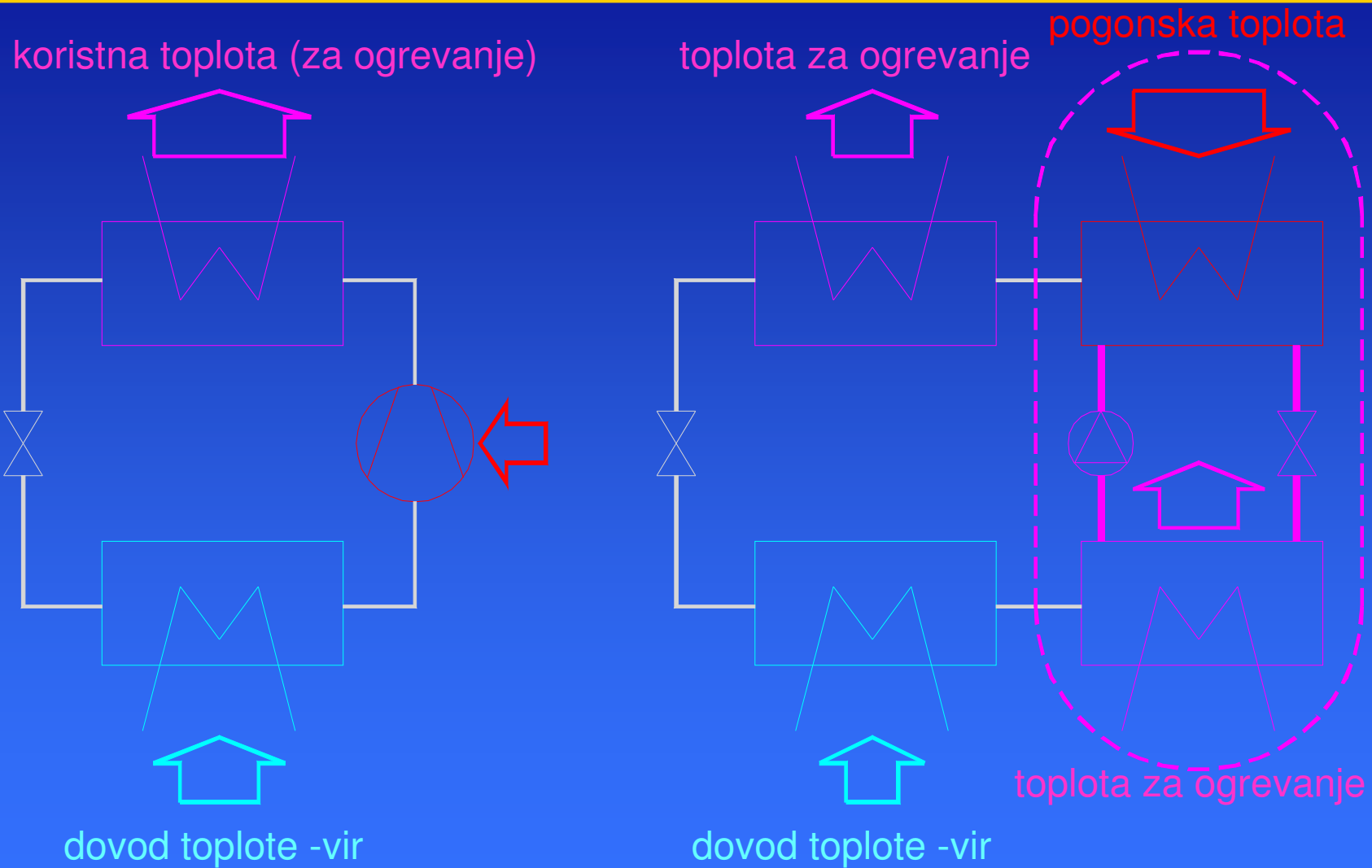
toplotna črpalka - **a**bsorpcijska

- izhaja iz absorpcijskih hladilnikov
- naprava je večja (težja = dražja)
v primerjavi s kompresorskimi za isto moč
- **predvsem za večje moči** (>50 kW / >300 kW)
 - tudi za gospodinjstva niso pod 40 kW
- **zanesljivost** (enostavna zasnova, ni gibajočih delov)
- **regulacija**
- **delna obremenitev**

toplotna črpalka - **a**bsorpcijska

- kontinuirano delujoča
- več možnih ciklov
 - enostopenjska (COP $< \sim 1,6$; LiBr)
 - dvostopenjska (COP $< \sim 2,1$; LiBr)
 - GAX (COP $< \sim 1,9$; LiBr)
- različna hladiva in mediji
 - LiBr-H₂O / H₂O (vir nad $\sim 5^{\circ}\text{C}$)
 - NH₃ / H₂O (vir lahko tudi pod -10°C)
 - ekspanzijsko tudi druge soli in alkoholi

toplotna črpalka - **a**bsorpcijske - H_2O - $\text{LiBr}/\text{H}_2\text{O}$

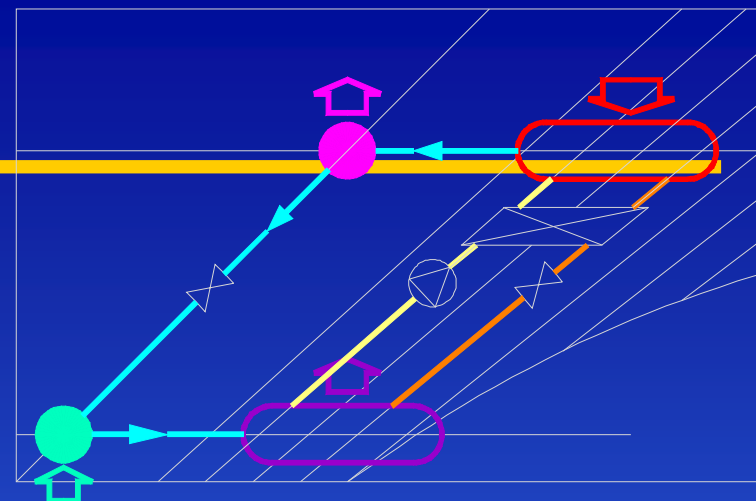
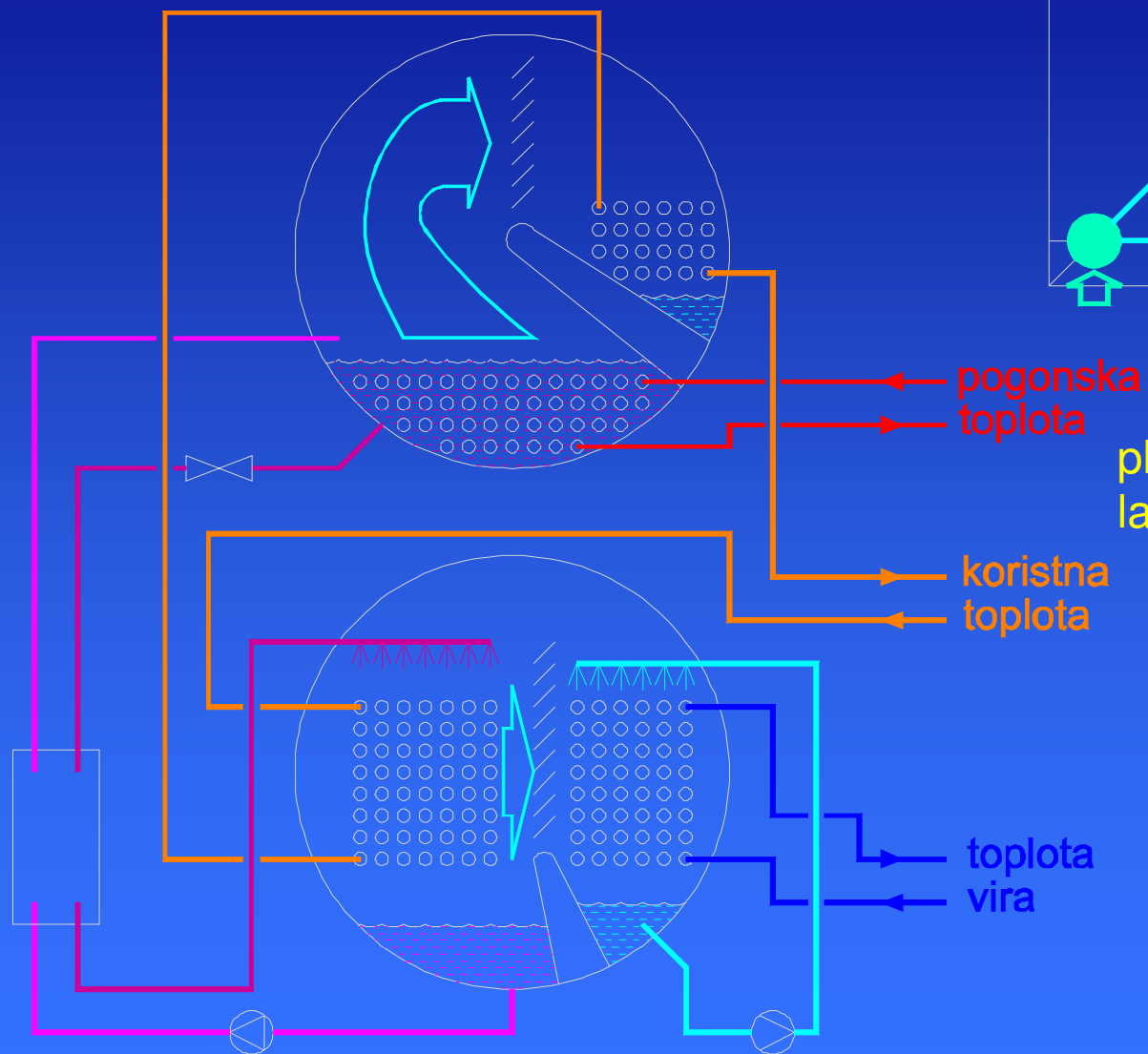


kompresorska toplotna črpalka

absorpcijska toplotna črpalka

toplotne črpalke na zemeljski plin, Janko Remec

toplotna črpalka - **ab**sorpcijska

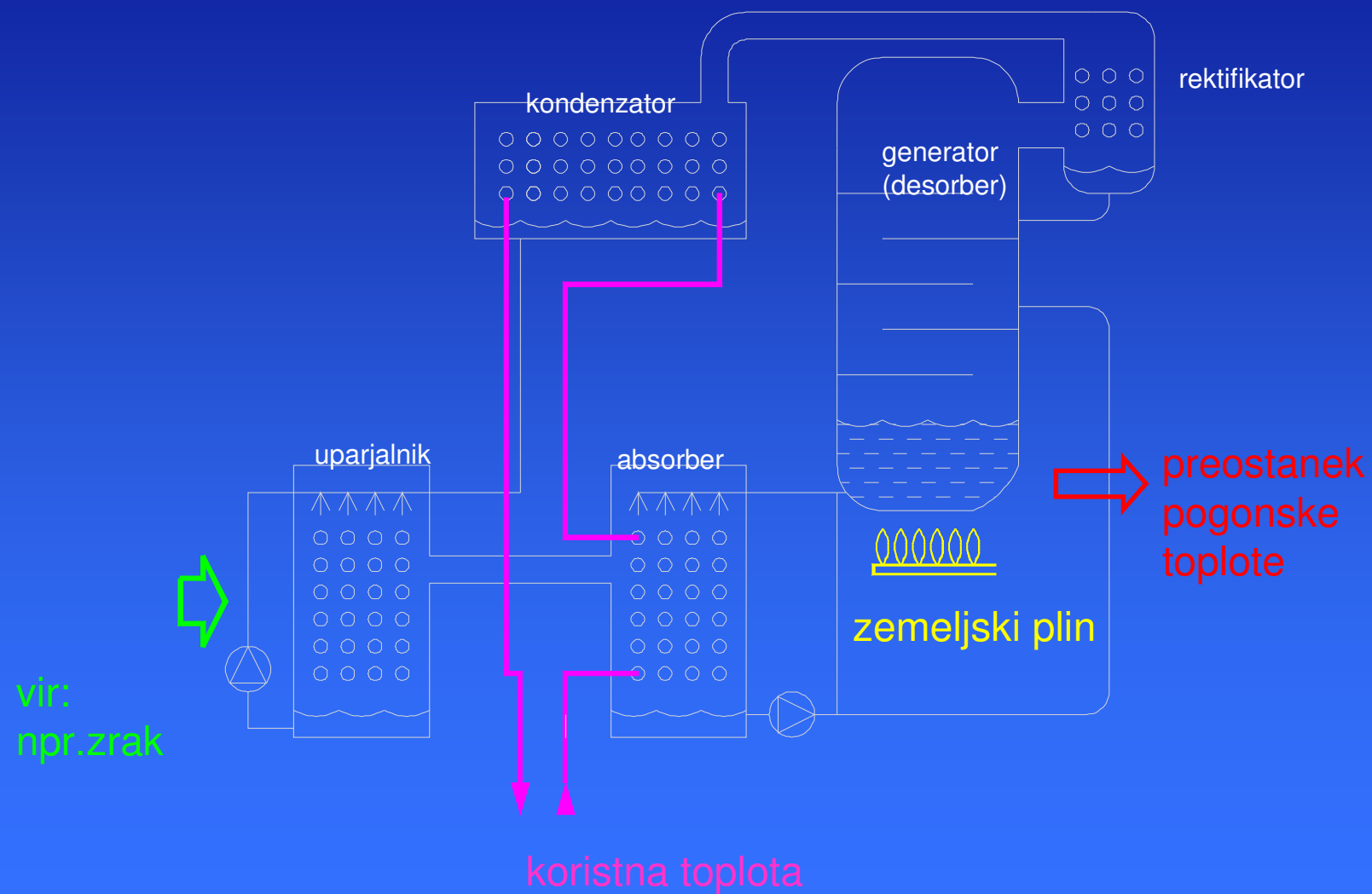


plinski motoro ali kotel,
lahko neposredno

toplotna črpalka - **a**bsorpcijska

- $\text{NH}_3/\text{H}_2\text{O}$ - manjše moči
 - omogočajo: gretje, hlajenje in pripravo tople vode
 - vir (COP/ max / min temperatura):
 - zrak (1,2 .. 1,5 / 65 / 3),
 - zemlja (1,2 .. 1,6 / 65 / -5),
 - voda (1,4 .. 1,7 / 65 / 3)

toplotna črpalka - absorpcijska



toplotna črpalka - absorpcijska

- na razpolago za moči nad 40 kW
- $COP > 1,5$ (NH_3) oz. $COP > 1,7$ (LiBr)
- malo primerov (čeprav je bila v SLO proizvodnja AHN)
- LiBr predvsem industrija nad $0^{\circ}C$, večje moči
- NH_3 za gospodinjstva v zadnjem obdobju

toplotna črpalka - adsorpcijska

- izhaja iz čiščenja plinov
prva komercialna AHN 1920
- naprava je večja (težja = dražja)
v primerjavi s kompresorskimi za isto moč
- zanesljivost (ni gibajočih delov)
- regulacija
- delna obremenitev
 - adsorbent - trdna snov
 - adsorbat - hladivo

toplotna črpalka - adsorpcijska - sredstva

- **NE**-kontinuirano delujoča (batch)
- različna adsorpcijska sredstva in hladiva
 - zeolit / NH_3 ali CH_3OH (vir pod 0°C)
 - zeolit / H_2O (vir nad $\sim 5^\circ\text{C}$ do preko 50°C)
 - silikagel / H_2O ali CH_3OH (vir nad $\sim 5 - 15^\circ\text{C}$)
 - aktivno oglje / NH_3 ali CH_3OH (vir nad $\sim 5 - 15^\circ\text{C}$)
 - komercialne mešanice / H_2O ali CH_3OH

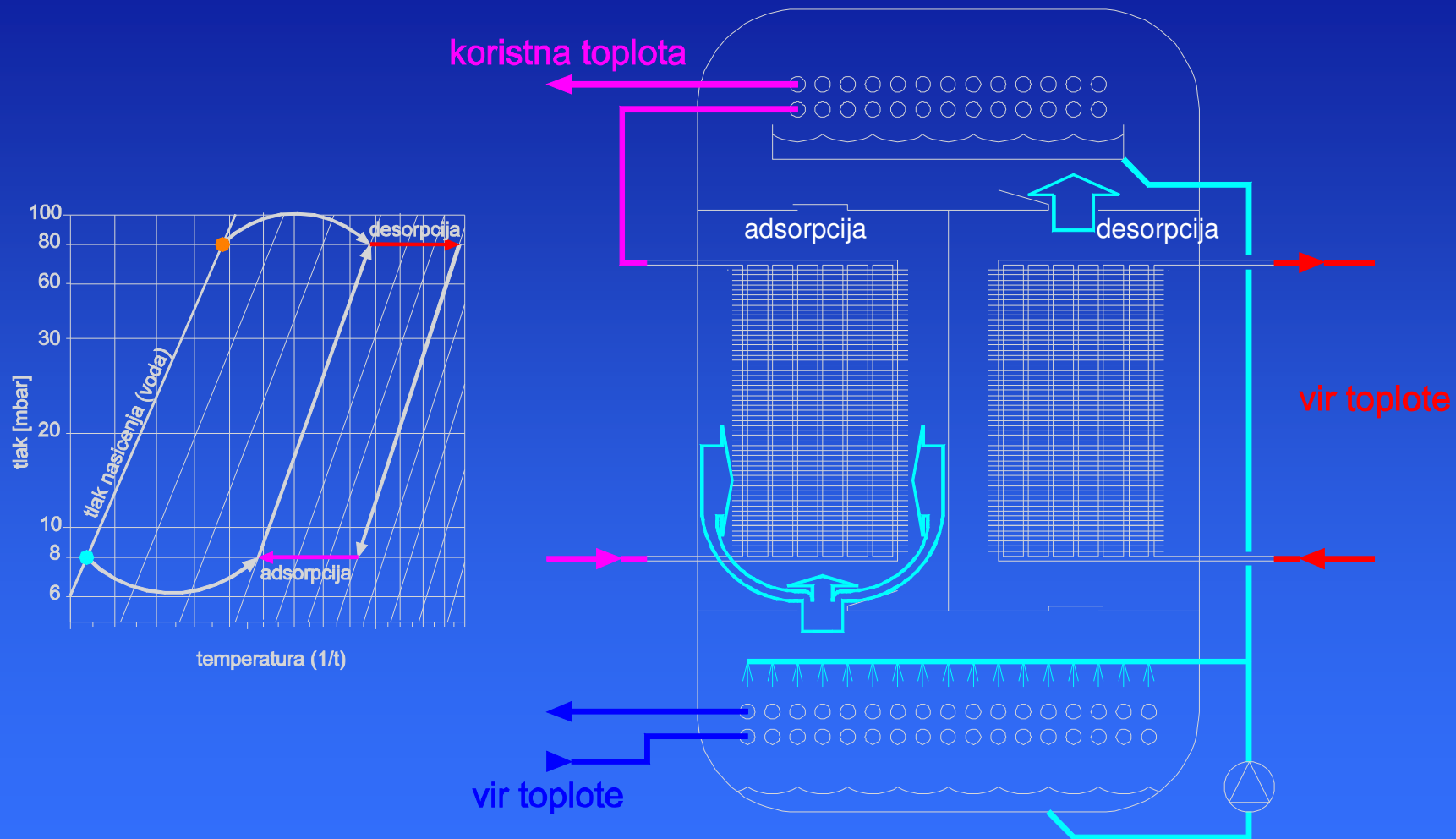
toplotna črpalka - adsorpcijska

- zahteve - usklajenost para
 - hitrost adsorpcije in desorpcije, pri nizkih temperaturah
 - velika temperaturna odvisnost
 - življenjska doba
- makroporozna struktura

toplotna črpalka - adsorpcija



toplotna črpalka - adsorpcijska - izmenično delovanje



toplotna črpalka - adsorpcijska

- nestrupene in nenevarne snovi
- COP
 - enostavni 1,2 ..
 - večstopenjski možno tudi preko 2

toplotna črpalka - adsorpcijska - izboljšve / razvoj

- vmesni prenosnik toplote notranja izmenjava toplote
- nove snovi

plinske toplotne črpalke - trendi

- plinski motor
 - izboljšave motorja
 - izkoristek (toplota dimnih plinov)
 - zmanjšanje dimenzij (cena), hrup (batni)
 - uporaba razvoja električnih toplotnih črpalk
- sorpcijske
 - večstopnejski procesi (notranja izmenjava toplote)
 - snovi - **ab/d**sorbent (nižanje temperature dovoda toplote)
 - materiali (predvsem pri uporabi solnih raztopin)
 - optimiranje velikosti (skupno ohišje za isti tlak)

plinske toplotne črpalke - zaključki

- **dobimo več energije kot jo vložimo**
razliko dobimo iz okolice, manjša izguba eksurgije
- **manjša odvisnost od vira** (okolice)
- **doseganje višjih temperatur**
- **učinkovitost pri višjih temperaturah**
- **med fosilnimi viri okolju prijazen sistem**
visok izkoristek primarne energije
- **COP-ji niso neposredno primerljivi** (pri kompresorskih in sorpcijskih)
- **okoljska primernost ?**